



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 197 33 473 C 2

⑤① Int. Cl. 7:
F 01 N 7/08

②① Aktenzeichen: 197 33 473.3-13
②② Anmeldetag: 2. 8. 1997
④③ Offenlegungstag: 4. 2. 1999
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 6. 7. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

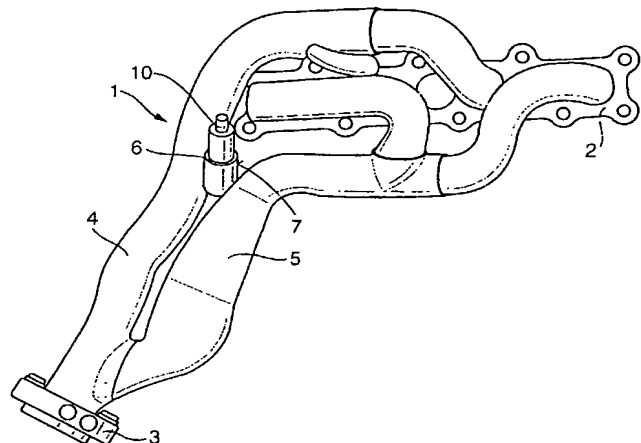
⑦② Erfinder:
Bonny, Pierre, Dipl.-Ing., 22589 Hamburg, DE;
Hülsberg, Thomas, Dipl.-Ing., 21224 Rosengarten,
DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 34 09 045 C1
DE 1 95 18 252 A1

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer Anbindung eines λ -Sondenhalters an ein Abgasrohr

⑤⑦ Verfahren zur Herstellung einer Anbindung eines hohl-
zylindrischen λ -Sondenhalters (6) an ein mit einer Öff-
nung (14) zur Beaufschlagung der im Halter (6) befestig-
ten λ -Sonde (10) mit Abgas versehenes Abgasrohr (4, 5),
das aus einem Rohrrohling (15) zur gewünschten Fertig-
form innenhochdruckumgeformt wird, wobei eine zur An-
lagekontur der Mantelfläche (7) des Halters (6) formnega-
tive von einer Einbeulung (13) gebildete Anlagefläche am
Abgasrohr (4, 5) dadurch ausgeformt wird, daß an der
Stelle der auszubildenden Anlagefläche (13) der Rohrroh-
ling (15) oder das fertiggeformte Abgasrohr (4, 5) mittels
eines Prägestempels (24) einbeult wird, und daß in Ein-
beullage des Stempels (24) das Rohrmaterial an die der
Konturierung der Anlagefläche (13) entsprechend ausge-
bildete Prägekontur des Stempels (24) mittels Innenhoch-
druck angepreßt wird.



DE 197 33 473 C 2

DE 197 33 473 C 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Anbindung eines hohlzylindrischen λ -Sondenhalters an ein Abgasrohr und eine Vorrichtung zu der Durchführung des Verfahrens.

λ -Sondenhalter sind in vielfältiger Art wie beispielsweise aus der DE 34 09 045 C1 bekannt. Bei all diesen Bauarten wird der Halter in seiner Form in ganz spezieller Weise an die gekrümmte Form des Abgasrohres angepaßt, um eine maßhaltige Anbindung des Halters an das Abgasrohr zu erhalten, die gewährleistet, daß durch einen sich anschließenden Schweißvorgang des Halters an das Abgasrohr eine mechanisch und thermisch belastbare Verbindung zwischen den Verbindungspartnern entsteht. Die spezielle Anpassung ist jedoch fertigungstechnisch aufwendig und daher kostenintensiv. Insbesondere bei knappen Bauraumverhältnissen, bei denen der hohlzylindrische Halter zwangsweise mit seiner Mantelfläche am Abgasrohr angebracht werden muß, kann dies bislang nahezu maßgerecht nur zum einen durch hochkompliziertes Konturenfräsen der Mantelfläche des Halters oder durch Ausbildung des Halters als Feingußteil, an dem die Anlagekontur beim Gießvorgang ausgestaltet wird. Beide Verfahren erfordern teure Werkzeuge und lange Prozeßzeiten, die ebenfalls für gesteigerte Kosten beim Ausbilden einer geeigneten Anbindung des Halters am Abgasrohr sorgen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zu entwickeln, mit dem in einfacher Weise und bauraumsparend eine maßhaltige Anbindung eines λ -Sondenhalters an ein Abgasrohr erzielbar ist.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 hinsichtlich des Verfahrens und durch die Merkmale des Patentanspruches 5 hinsichtlich der Vorrichtung gelöst.

Die Erfindung basiert auf dem Gedanken, zur Ausbildung der Anbindung die Innenhochdrucktechnik auszunutzen, mittels der aufgrund der daraus erwachsenden Möglichkeit, Abgasrohre mit kompliziert verlaufenden Krümmungen quasi fertigungstoleranzfrei auszubilden, Abgasstränge oder Teile davon in letzter Zeit vermehrt hergestellt werden. Dabei wird in einfacher Weise das Abgasrohr an der Stelle, an der die künftige Anlagefläche des Halters vorgesehen ist, mittels eines Prägestempels eingebeult, wonach mit Verharren des Prägestempels in der Einbeulage das Abgasrohr mittels Innenhochdruck bezüglich der Anlagekontur der Mantelfläche des Halters konturgetreu, also formnegativ an diese angepaßt wird. Die Anbindung des Halters mit seiner Mantelfläche an das Abgasrohr erspart Bauraum, wobei der Halter an dieser Stelle in gewissem Umfang quasi in das Abgasrohr zumindest jedoch in die Rohrwandung versenkt gelegen ist. Dies geschieht verfahrensökonomisch gemeinsam mit der Umformung des Rohrrohlinges zur gewünschten Fertigform des Abgasrohres in nur einem Arbeitsgang. Günstig ist darüber hinaus, daß die Ausbildung dieser Anbindung über vielzählige Umformabläufe hinweg exakt reproduzierbar ist. Des weiteren entfällt die Ausbildung von teuren Spezialteilen, wie das anfangs erwähnte Feingußteil, sowie aufwendige gesonderte Fertigungsverfahren, die geeignet sind, um den Halter dem Abgasrohr in der Anlagekontur anzupassen. Nunmehr ist es lediglich ein einfaches und damit kostengünstiges Drehteil als Halter erforderlich, das außer dem Innengewinde für die Schraubaufnahme der λ -Sonde allein eine Querbohrung aufweisen muß, die mit der Öffnung im Abgasrohr zur Erreichung eines Zugangs des Abgasstromes zur λ -Sonde korrespondiert. Weiterhin erscheint die gemeinsame Benutzung ein und desselben Werkzeuges in Richtung der Kostenersparnis und des Platzauf-

wandes vorteilhaft. Dabei kann das Formgebungsmittel entweder fest in einer Matrize des Umformwerkzeuges installiert oder in einer Austauschmatrize aufgenommen sein, die bedarfsweise in den Grundkörper des Umformwerkzeuges eingesetzt werden kann.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt:

Fig. 1 in einer perspektivischen Darstellung einen Abgasstrang mit einem λ -Sondenhalter in erfindungsgemäßer Anbindung an zwei Abgasrohre des Stranges,

Fig. 2 in einer perspektivischen Darstellung ein Abgasrohr des Stranges aus Fig. 1 mit der erfindungsgemäß ausgebildeten Anlagefläche für einen λ -Sondenhalter,

Fig. 3 in einem seitlichen Längsschnitt den λ -Sondenhalter aus Fig. 1,

Fig. 4 in einem Querschnitt ein Rohrrohling in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug mit integriertem Prägestempel,

Fig. 5 in einem Querschnitt den Rohrrohling aus Fig. 4 unter Beaufschlagung des Prägestempels in drucklosem Zustand des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges,

Fig. 6 in einem Querschnitt den Rohrrohling aus Fig. 4 unter Beaufschlagung des Prägestempels mit im Innenhochdruck-Umformwerkzeug herrschendem Innenhochdruck,

Fig. 7 in einem Querschnitt den Rohrrohling aus Fig. 4 unter Beaufschlagung des Prägestempels und eines Stanzstempels mit im Innenhochdruck-Umformwerkzeug herrschendem Innenhochdruck,

Fig. 8 in einem Querschnitt den Rohrrohling aus Fig. 4 im Niederdruckzustand des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges mit rückversetztem Präge- und Stanzstempel beim Verklemmen des Lochbutzens in der Lochung mittels eines Stößels.

In Fig. 1 ist ein Abgasstrang 1 dargestellt, der einerseits an einem Eingangsflansch 2, mittels dessen der Strang 1 an einem Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine befestigt ist, und andererseits an einem Ausgangsflansch 3 angebracht ist, an den sich zum Auspuff hin die weitere Abgasleitung, bspw. unmittelbar ein Katalysator, anschließt. Der Abgasstrang 1 ist im wesentlichen aus zwei separat verlaufenden Abgasrohren 4, 5 gebildet, die im Bereich des Ausgangsflansches 3 ineinander münden. Stromauf dieser Einmündung ist zwischen den Rohren 4, 5 ein hohlzylindrischer hülsenförmiger λ -Sondenhalter 6 angeordnet, der an beiden Rohren 4, 5 mit Bereichen seiner Mantelfläche 7 flächig angeschweißt ist.

Der Sondenhalter 6 ist als Drehteil ausgebildet (Fig. 3) und weist eine zentrische Bohrung 8 mit einem Innengewinde 9 auf, in die die λ -Sonde 10 eingeschraubt ist. Der Sondenhalter 6 besitzt weiterhin zwei Querbohrungen 11, 12, die die zentrische Bohrung 8 zumindest anschnitten und auch – je nach Lage der Rohre 4, 5 und des Sondenhalters 6 zueinander – als eine einzige Durchgangsbohrung ausgebildet sein können. Die Querbohrungen 11, 12 bzw. die Durchgangsbohrung dienen zur Verbindung des Meßfühlers der λ -Sonde 10 mit einem in den Rohren 4, 5 geführten Abgasstrom.

Die Rohre 4, 5 sind maßhaltig innenhochdruckumgeformt und kalibriert. Stellvertretend für beide Rohre 4, 5 weist an der Stelle der Anlage des Sondenhalters 6 das Abgasrohr 4 eine Einwölbung 13 auf, die formnegativ zur Anlagekontur der Mantelfläche 7 des Sondenhalters 6 mittels Innenhochdruckumformen ausgebildet ist. In der Einwölbung 13 besitzt das Abgasrohr 4 eine Öffnung 14, an die sich die Querbohrung 11 anschließt und über die die Sonde 10 mit Abgas

aus dem Abgasrohr 4 beaufschlagbar ist.

Im folgenden ist im Zusammenspiel mit dem dazu verwandten Werkzeug der Herstellungsprozeß der die Einwölbung 13 und die Öffnung 14 beinhaltenden Anbindung anhand der Fig. 4–8 beschrieben.

Ein Rohrrohling 15 wird in ein Innenhochdruck-Umformwerkzeug 16 eingelegt, das in ein Oberwerkzeug 17 und ein Unterwerkzeug 18 geteilt ist. Dabei wird vom Oberwerkzeug 17 und Unterwerkzeug 18 durch Vorsehen entsprechender Aussparungen in deren einander zugewandten Stirnflächen 19, 20 eine Gravur 21 gebildet, in die der Rohling 15 mit Spiel liegt. In der Trennebene 22 der beiden Werkzeughälften 17, 18 liegt eine Führungsbohrung 23, die in die Gravur 21 ausmündet und in der ein Prägestempel 24 verschiebbar geführt ist.

Die zum Rohling 15 weisende in die Gravur 21 eintauchbare Stirnseite 25 des Prägestempels 24 ist in ihrer Konturierung – zumindest dort, wo später sich die Anlagefläche der Einwölbung 13 für den Sondenhalter 6 befindet – entsprechend der Anlagekontur der Mantelfläche 7 des Sondenhalters 6 ausgebildet. In Fig. 4 befindet sich der Prägestempel 24 noch in einer von der Gravur 21 zurückgezogenen Position, wobei das Umformwerkzeug 16 und der Rohling 15 in bezüglich eines Fluiddruckes drucklosem Zustand sind.

Der Prägestempel 24 wird nun gemäß Fig. 5 in die Gravur 21, vorzugsweise hydraulisch, hineingeschoben, wobei er den Rohling 15 an der Beaufschlagungsfläche einbeult. Dies kann sowohl ohne vorherige Befüllung des Rohlings 15 mit einem Druckfluid erfolgen als auch mit Befüllung ggf. unter Erzeugung eines gemäßigten unterhalb eines Umformdruckes angesiedelten Innenhochdruckes. Mit Befüllung wird die Knickgefahr des Rohlings 15 bei der Einbeulung zwar vermieden, jedoch sind zur einbeulenden Beaufschlagung hohe Eindrückkräfte erforderlich. Ohne Befüllung besteht die Gefahr des Knickens, jedoch kann dies durch geeignete Auslegung des Stempeldurchmessers und der Rohrwandstärke ebenfalls vermieden werden. Auf alle Fälle kann die Einbeulung in einfacher Weise erfolgen. In dieser Einbeulstellung verbleibt vorerst der Prägestempel 24. Wenn nicht schon vorher ausgeführt, wird nun der eingebeulte Rohling 15 mit einem Druckfluid befüllt.

Danach wird ein Innenhochdruck aufgebaut, der den Rohling 15 aufweitet und an die Konturierung des Prägestempels 24 preßt (Fig. 6). Nach weitgehender Anlage der Rohlingswandung an die Gravur 21 des Umformwerkzeuges 16 wird ein den bisherigen Aufweitdruck übersteigender Kalibrierdruck erzeugt, mittels dessen das nunmehr in seiner Fertigform maßhaltig vorliegende Abgasrohr 4, 5 in einem Preßsitz an der Gravur 21 allseitig anliegt und die aus der Einbeulung resultierende Einwölbung 13 fertig ausgebildet wird. Aufgrund der Kalibrierdruckes werden auch die hinsichtlich der Einbeulung nebenliegenden, bei dem Einbeulvorgang unerwünscht miteingezogenen Bereiche der Rohlingswand ausgebeult und entsprechend der Anlage an der Gravur 21 eingeebnet. Denkbar ist, das Ausbilden der Einwölbung 13 samt Einbeulen während des Aufweitens des Rohrrohlinges 15 erfolgen zu lassen, wodurch Prozeßzeit eingespart wird. Dies erfordert jedoch das Aufbringen hoher hydraulischer Kräfte für den Prägestempel 24 sowohl beim Einbeulen als auch beim Formgeben der Einwölbung 13. Des weiteren ist ebenfalls denkbar, zuerst den Rohrrohling 15 in die Fertigform des Abgasrohres 4, 5 umzuformen und dann in einer anschließenden Umformstufe die Ausbildung der Einwölbung 13 vorzunehmen. Dies bringt zwar den Nachteil verlängerter Prozeßzeit, erniedrigt jedoch den Kraftaufwand für den Prägestempel 24, da die Druckverhältnisse innerhalb des fertiggeformten Abgasrohres 4, 5 gezielt auf die Ausbildung der Einwölbung 13 anpaßbar sind.

Alternativ zu dem Prägestempel 24 ist es denkbar, daß das Abgasrohr 4, 5 oder der Rohrrohling 15 mittels Innenhochdruck an eine Gravur 21 eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges 16 angepreßt wird, die an der Stelle der zu erzeugenden Einwölbung 13 entsprechend der Konturierung des Sondenhalters 6 ausgebildet ist. Hierbei wird zwar durch den Wegfall des Prägestempels 24 die Teilezahl für den Herstellungsprozeß reduziert und die Steuerung für diesen insgesamt vereinfacht, jedoch können nur Rohrrohlinge 15 bzw. Abgasrohre 4, 5 in die Gravur 21 eingebracht werden, deren Durchmesser kleiner ist als der Durchmesser der Gravur 21 an der Stelle ihres nach innen stehenden Konturwulstes. Einerseits schließt dies eine Einbringung eines fertigumgeformten Abgasrohres 4, 5 zur Ausbildung einer Einwölbung 13 aus, da dazu auch gleichzeitig eine Aufweitung des Abgasrohres 4, 5 einhergeht, die die Fertigform unerwünscht verändert. Andererseits werden nach Einbringen eines Rohrrohlinges 15 beim Aufweiten bis zur Anlage an der Gravur 21 relativ hohe Umformgrade erforderlich, die gegebenenfalls zum Versagen des Rohlingsmaterials und damit zu einer erhöhten Ausschußrate des gefertigten Abgasrohres 4, 5 führen.

Wie aus Fig. 7 zu entnehmen ist, verweilt der Prägestempel 24 weiterhin in seiner Einbeulstellung. Der Prägestempel ist hohlgebohrt und nimmt in seiner Bohrung 26 einen dort verschiebbar geführten Stanzstempel 27 auf. Der Stanzstempel 27 weist eine stirnseitige Ringzacke 28 auf, mit der er bei Beaufschlagung des Abgasrohres 4, 5 in dessen Wandungsmaterial eindringt, wobei die Eindringtiefe derart bemessen ist, daß nur noch eine schmale umlaufende Dünnstelle 29 in der Rohrwandung verbleibt. Danach wird der Stanzstempel 27 zurückgezogen, wonach unter Innenhochdruck die Rohrwandung entlang der Dünnstelle 29 sauber reißt, wodurch die Öffnung 14 im Abgasrohr 4, 5 und ein Lochbutzen 30 aus Wandungsmaterial entsteht. Der Stanzstempel 27 wird nur soweit zurückgezogen, daß der Lochbutzen 30 die Öffnung 14 nicht verläßt. Durch den Riß entsteht im umgeformten Abgasrohr 4, 5 ein Druckabfall. Aufgrund der Integrierung des Stanzstempels 27 in den Prägestempel 24 wird zum einen Bauraum im Umformwerkzeug 16 gespart und zum anderen eine in der Lage innerhalb der Einwölbung 13 jederzeit und ohne Aufwand exakt reproduzierbare Öffnung 14 erzeugt. In der oben erwähnten auf einer speziellen Ausbildung der Gravur 21 basierenden Alternative kann ebenfalls eine Durchführung angeordnet sein, in der ein einen Stanzstempel aufnehmender Prägestempel geführt ist.

Nach Fig. 8 weist der Stanzstempel 27 mittig eine Führungsbohrung 31 auf, in der ein Stößel 32 verschiebbar geführt ist. Der Stößel 32 ist federbelastet und beim Stanzen gegen das Abgasrohr 4, 5 vorgespannt. Nach dem Druckabfall herrscht im Abgasrohr 4, 5 nur noch ein ein Umformdruck untersteigender Fluidinnendruck, wobei auch eine völlige Druckentspannung vorgesehen sein kann. Weiterhin ist es denkbar, das Fluid aus dem Abgasrohr 4, 5 herauszuleiten. In allen erwähnten Fällen wird federbelastet mit dem Stößel 32 der Lochbutzen 30 beaufschlagt und in die Öffnung 14 überstandsfrei in verklemmender Weise hineingeschoben. Der Prägestempel 24 wird gemeinsam mit dem Stanzstempel 27 zurückgezogen, wodurch sich beide vom Abgasrohr 4, 5 lösen. Nach Öffnen des Umformwerkzeuges 16 wird das umgeformte und gelochte Abgasrohr 4, 5 entnommen, wonach der Lochbutzen 30 durch einen Stift herausgedrückt wird, so daß die Öffnung 14 im Abgasrohr 4, 5 freigegeben wird. In einem abschließenden Vorgang wird letztlich der Halter 6 konturgerecht in die Einwölbung 13 an dem Abgasrohr 4, 5 eingesetzt und mit diesem verschweißt.

Im übrigen sei noch angemerkt, daß die Anlagefläche

auch an Hohlprofilen jedwelcher Art ausgebildet werden kann, wie beispielsweise im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine oder an hohlen Rahmenteilten von Karosserien oder Achsträgern bzw. -lenkern.

verschiebbar gehalten ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Anbindung eines hohlzylindrischen λ -Sondenhalters (6) an ein mit einer Öffnung (14) zur Beaufschlagung der im Halter (6) befestigten λ -Sonde (10) mit Abgas versehenes Abgasrohr (4, 5), das aus einem Rohrrohling (15) zur gewünschten Fertigform innenhochdruckumgeformt wird, wobei eine zur Anlagekontur der Mantelfläche (7) des Halters (6) formnegative von einer Einbeulung (13) gebildete Anlagefläche am Abgasrohr (4, 5) dadurch ausgeformt wird, daß an der Stelle der auszubildenden Anlagefläche (13) der Rohrrohling (15) oder das fertiggeformte Abgasrohr (4, 5) mittels eines Prägestempels (24) eingebeult wird, und daß in Einbeulage des Stempels (24) das Rohrmaterial an die der Konturierung der Anlagefläche (13) entsprechend ausgebildete Prägekontur des Stempels (24) mittels Innenhochdruck angepreßt wird. 10 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausformung der Anlagefläche (13) während der Herstellung der Fertigform des Abgasrohres (4, 5) erfolgt. 20 25
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einer sich an den Innenhochdruckumformvorgang hinsichtlich der Fertigform des Abgasrohres (4, 5) anschließenden weiteren Innenhochdruckumformstufe die Anlagefläche (13) am Abgasrohr (4, 5) ausgeformt wird. 30 35
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Ausformung der Anlagefläche (13) die Öffnung (14) des Abgasrohres (4, 5) unter Innenhochdruckbeaufschlagung des Abgasrohres (4, 5) durch Stanzen erzeugt wird. 40 45
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem in ein Ober- und Unterwerkzeug (17, 18) geteilten Innenhochdruck-Umformwerkzeug (16) zum Umformen eines in dessen Gravur (21) eingebrachten Rohrrohlinges (15) in die gewünschte Fertigform des Abgasrohres (4, 5), und mit einem in das Umformwerkzeug (16) integrierten Formgebungsmittel, dessen rohrzugewandte Kontur der Anlagekontur der Mantelfläche (7) des λ -Sondenhalters (6) an der Stelle der späteren Anlagefläche (13) am Abgasrohr (4, 5) entspricht. 50 55
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebungsmittel durch einen Prägestempel (24) gebildet ist, der innerhalb einer im Umformwerkzeug (16) angeordneten und in die Gravur (21) mündenden Führungsbohrung (23) verschiebbar geführt ist, wobei die Kontur der in die Gravur (21) eintauchbaren Stirnseite (25) des Prägestempels (24) entsprechend der Anlagekontur der Mantelfläche (7) des Halters (6) ausgebildet ist. 60 65
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung einen in das Umformwerkzeug (16) integrierten Stanzstempel (27) beinhaltet, mittels dessen die Öffnung (14) im fertiggeformten Abgasrohr (4, 5) erzeugbar ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Stanzstempel (27) innerhalb einer im Formgebungsmittel ausgebildeten Durchführung (26)

Fig. 1

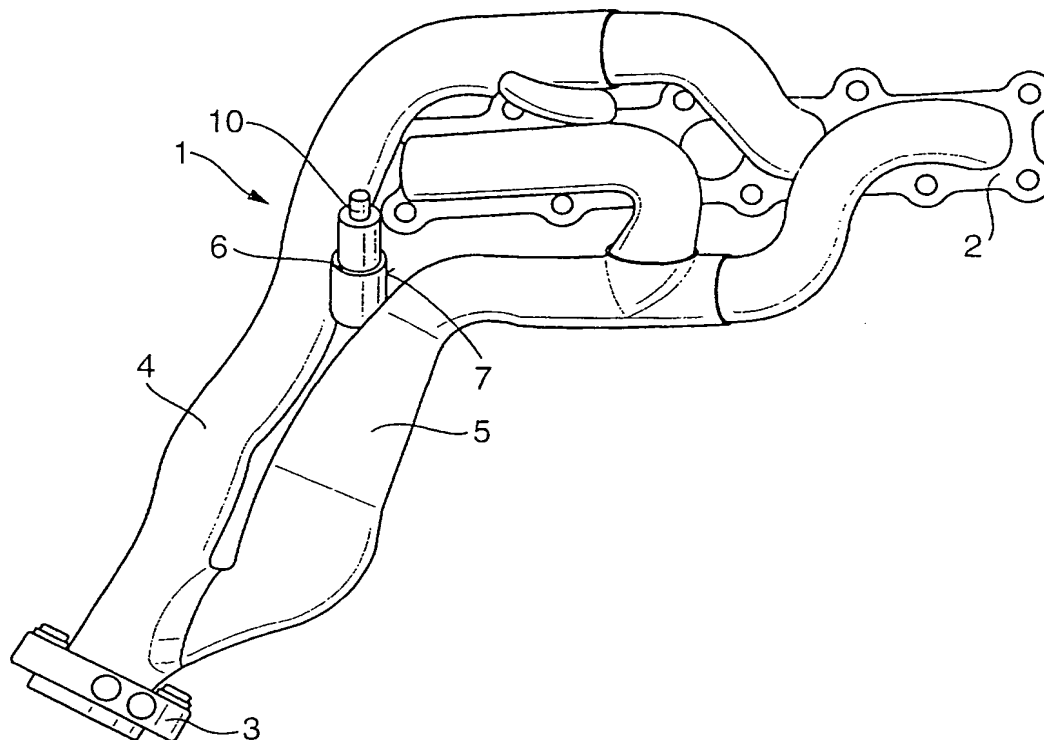


Fig. 2

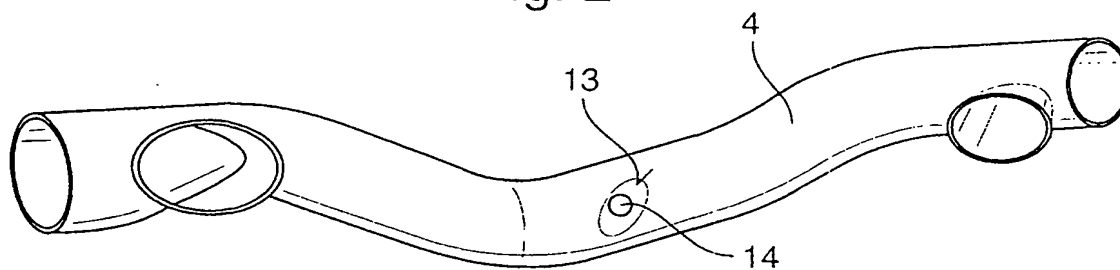


Fig. 3

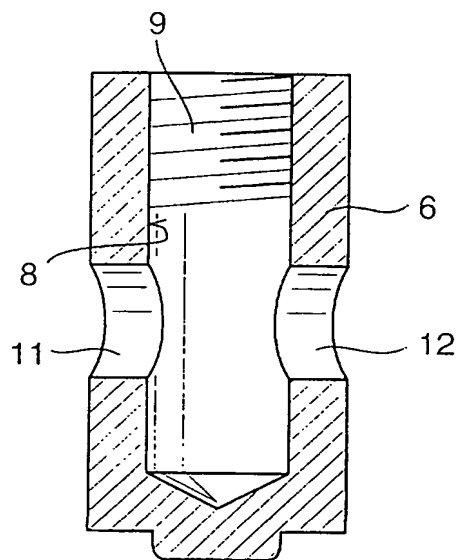


Fig. 4

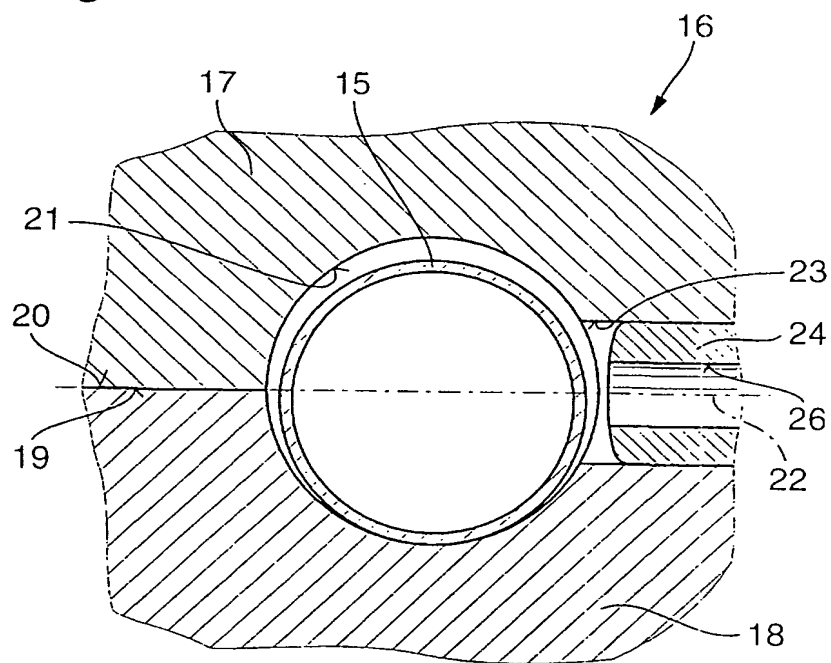


Fig. 5

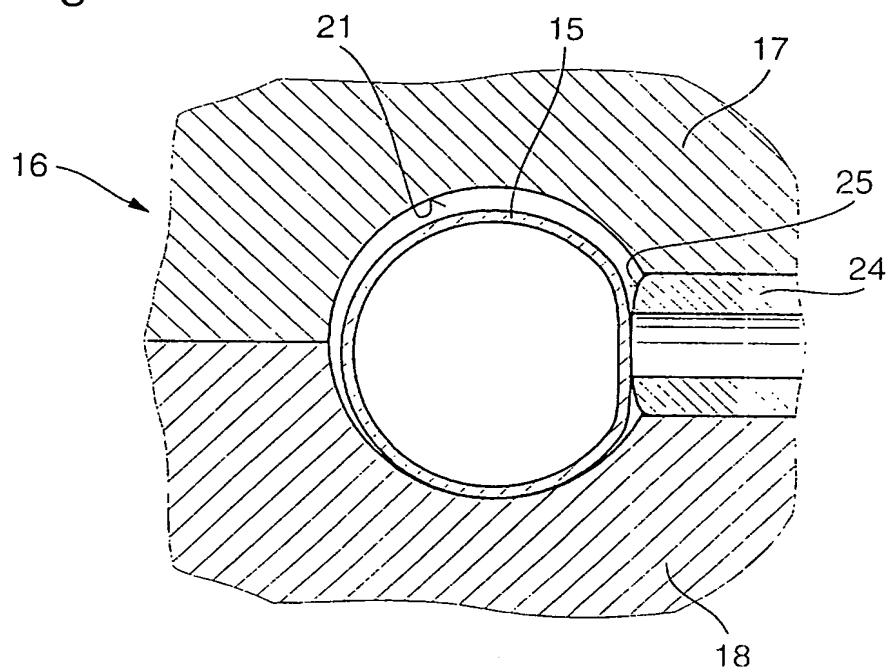


Fig. 6

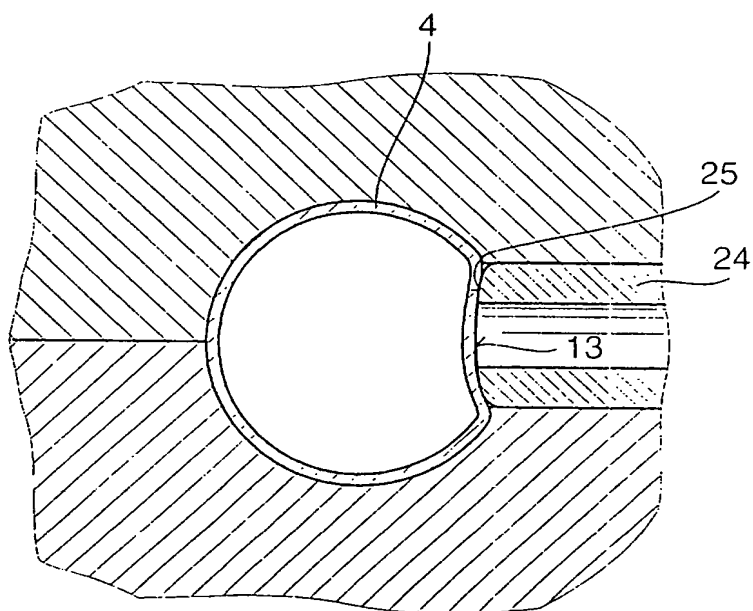


Fig. 7

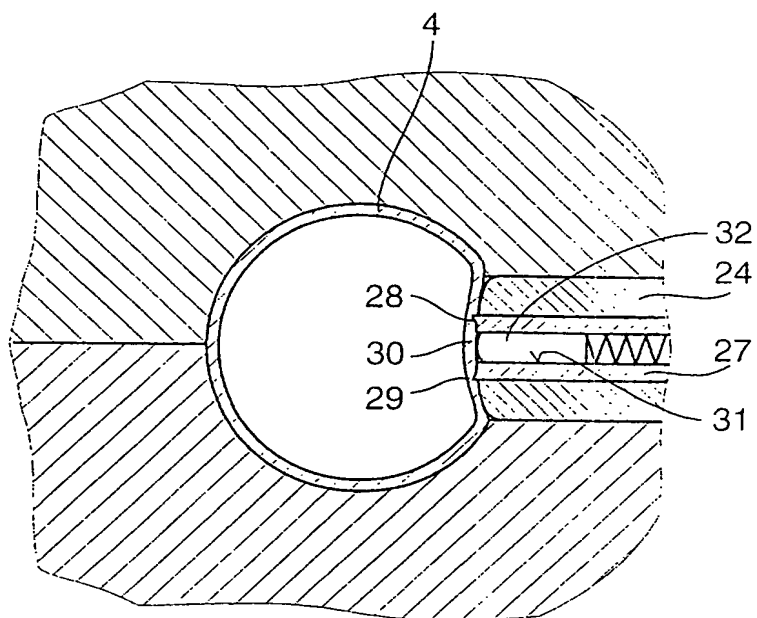


Fig. 8

